第21講　交流

1

以下の説明文を読み，後の問いに答えなさい。

図1の回路図に示すように，電気容量 C［F］のコンデンサー，自己インダクタンス L［H］のコイル，電気抵抗 R［Ω］の抵抗，および交流電源を接続し，交流電源の電圧を $V=V_0\sin\omega t$［V］とした。ここで，V_0 は交流電圧の最大値である。コンデンサー，コイル，抵抗に流れる電流は，図中に示したように，それぞれ I_C［A］，I_L［A］，I_R［A］とする。

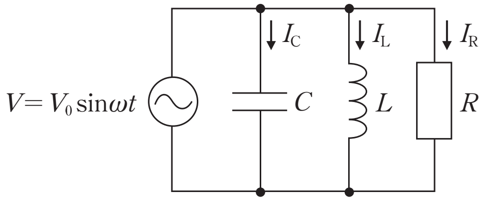


図1　回路図

(1)　以下の空欄に適切な式，数値または語句を書き入れなさい。

交流電圧の角周波数は ω［rad/s］であるから，この交流電圧の周期 T［s］は，［ア］となる。コンデンサーに流れる電流 I_C の位相はコンデンサーの両端に加わる交流電圧の位相よりも［イ］進み，コイルに流れる電流 I_L の位相はコイルの両端に加わる交流電圧の位相より［ウ］遅れる。したがって，コンデンサーに流れる電流 I_C とコイルに流れる電流 I_L の位相差は，［エ］となる。つまり，I_C と I_L の2つの電流の向きは各時刻において常に［オ］向きとなっている。一方，抵抗に流れる電流 I_R の位相と抵抗の両端に加わる交流電圧の位相の差は，［カ］である。

図1の回路では，I_C の最大値は［キ］であり，I_L の最大値は［ク］である。ここで，I_C と I_L の最大値が等しいときには，$I_C+I_L=$［ケ］となる。このときの交流電源の周波数は共振周波数と呼ばれる。図1の回路の共振周波数を f_0［Hz］とすると，f_0 は，コンデンサーの電気容量 C およびコイルの自己インダクタンス L と関係があり，$f_0=$［コ］で表される。

(2)　図1の回路において，コンデンサーの電気容量を $C=10\mu$F，コイルの自己インダクタンスを $L=4.0$mH としたときの共振周波数 f_0［Hz］を計算し，f_0 の値を有効数字2桁で示しなさい。

(3)　図1の回路において，コンデンサーの電気容量を $C=10\mu$F としたまま，コイルの自己インダクタンスを $L=40$mH とした。また，交流電源の電圧の最大値を $V_0=200$V，角周波数を $\omega=1.0\times10^3$rad/s とした。このときの I_C［A］と I_L［A］の最大値を，有効数字2桁で求めなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

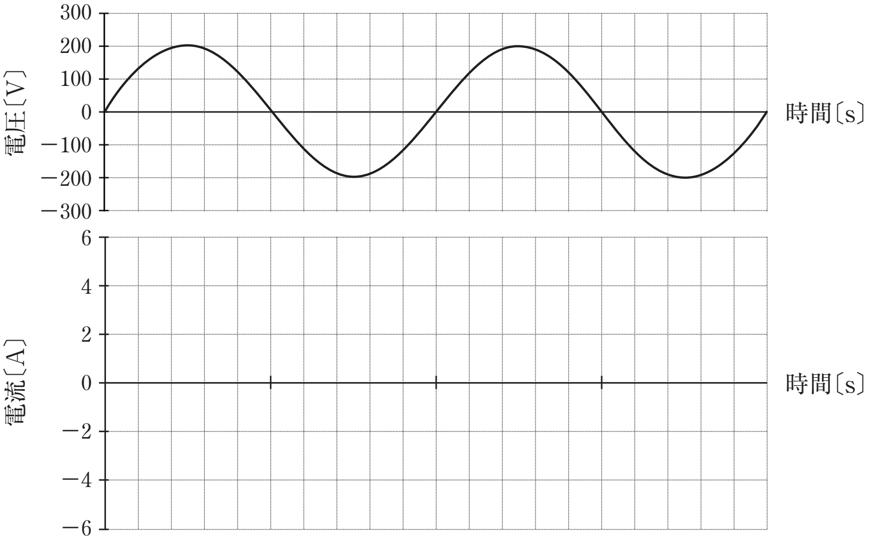
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(4)　(3)の計算によって求めたコンデンサーに流れる電流 I_{C} とコイルに流れる電流 I_{L} の波形を，次図中にそれぞれ書き入れなさい。交流電源の電圧波形を示しているので，この波形を参考にしなさい。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

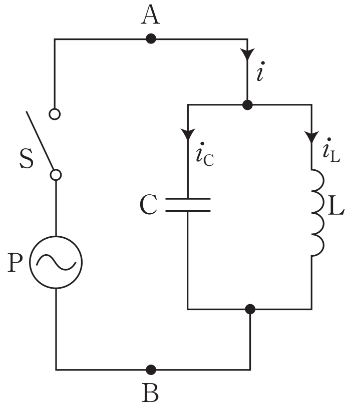
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト

次の文中の［　　］に入れるのに最も適当なものを解答群の中から選べ（同じものを何回選んでもよい）。

電圧が $V\sin\omega t$〔V〕（V〔V〕は最大値，ω〔rad/s〕は角振動数，t〔s〕は時間）で表される交流電源Pにインダクタンスが L〔H〕のコイルL，電気容量が C〔F〕のコンデンサーC，スイッチSを図のように接続した。P，L，Cを流れる電流をそれぞれ i，i_L，i_C〔A〕とし，はじめSは閉じられているものとする。



(1)　交流に対してコイルは抵抗の役割をし，これを［ア］といい［イ］〔Ω〕で表される。電流の位相は電圧より［ウ］〔rad〕だけ遅れるので

$i_L=$［エ］〔A〕

で表される。同様に交流に対してコンデンサーも抵抗の役割をし，その値は［オ］〔Ω〕であり，電流の位相は電圧より［カ］〔rad〕だけ進むので

$i_C=$［キ］〔A〕

である。i は i_L と i_C の和で

$i=$［ク］〔A〕　……①

と表される。

(2)　交流電源の角振動数を変えていき，$i=0$ となる角振動数を ω_r〔rad/s〕とすると，式①より $\omega_r=$［ケ］〔rad/s〕である。この状態のときSを開いた。このとき i_C を L，C，V，t で表すと

$i_C=$［コ］〔A〕

である。したがって図のAB間の電圧は $V\sin\dfrac{1}{\sqrt{LC}}t$〔V〕となる。

〔(ア)の解答群〕

①　自己インダクタンス　②　自己誘導　③　磁束密度　④　リアクタンス　⑤透磁率

〔(イ)の解答群〕

①　ωL　②　$\dfrac{1}{\omega L}$　③　$\dfrac{\omega}{L}$　④　$\dfrac{L}{\omega}$　⑤　ωL^2

〔(ウ)，(カ)の解答群〕

①　$\dfrac{\pi}{6}$　②　$\dfrac{\pi}{4}$　③　$\dfrac{\pi}{2}$　④　π　⑤　2π　⑥　0

〔(エ)の解答群〕

①　$\omega LV\cos\omega t$　②　$\dfrac{V}{\omega L}\cos\omega t$　③　$-\omega LV\cos\omega t$

④　$-\dfrac{V}{\omega L}\cos\omega t$　⑤　$-\dfrac{\omega V}{L}\cos\omega t$　⑥　$\omega L^2V\cos\omega t$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔(オ)の解答群〕

① ωC　② $\dfrac{1}{\omega C}$　③ $\dfrac{\omega}{C}$　④ $\dfrac{C}{\omega}$　⑤ ωC^2

〔(キ)の解答群〕

① $\omega CV\cos\omega t$　② $\dfrac{V}{\omega C}\cos\omega t$　③ $-\omega CV\cos\omega t$

④ $-\dfrac{V}{\omega C}\cos\omega t$　⑤ $-\omega C^2V\cos\omega t$

〔(ク)の解答群〕

① $\omega V(C-L)\cos\omega t$　② $\omega V(L-C)\cos\omega t$　③ $\dfrac{V}{\omega}\left(\dfrac{1}{L}-\dfrac{1}{C}\right)\cos\omega t$

④ $\omega V\left(\dfrac{1}{C}-\dfrac{1}{L}\right)\cos\omega t$　⑤ $V\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)\cos\omega t$　⑥ $V\left(\dfrac{1}{\omega C}-\omega L\right)\cos\omega t$

〔(ケ)の解答群〕

① $\sqrt{LC}$　② LC　③ $\dfrac{1}{LC}$　④ $\sqrt{\dfrac{L}{C}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{C}{L}}$　⑥ $\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

〔(コ)の解答群〕

① $V\sqrt{\dfrac{C}{L}}\cos\left(\dfrac{t}{\sqrt{LC}}\right)$　② $V\sqrt{\dfrac{L}{C}}\cos\left(\sqrt{\dfrac{C}{L}}\,t\right)$　③ $\dfrac{1}{\sqrt{LC}}\cos\left(\dfrac{t}{\sqrt{LC}}\right)$

④ $V\sqrt{LC}\cos(\sqrt{LC}\,t)$　⑤ $VLC\cos(LCt)$　⑥ $\dfrac{V}{LC}\cos\left(\dfrac{t}{LC}\right)$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 21 講　交流

1

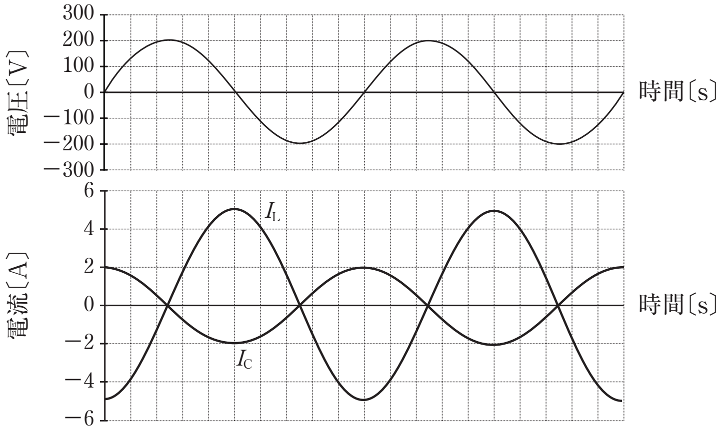
(1)　ア：$\dfrac{2\pi}{\omega}$　　イ：$\dfrac{\pi}{2}$　　ウ：$\dfrac{\pi}{2}$　　エ：π　　オ：逆

カ：0　　キ：$\omega C V_0$　　ク：$\dfrac{V_0}{\omega L}$　　ケ：0　　コ：$\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

(2)　8.0×10^2［Hz］

(3)　I_L の最大値は 5.0［A］，I_C の最大値は 2.0［A］

(4)　次図の下側



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト

【解答】

ア	④	イ	①	ウ	③	エ	④	オ	②
カ	③	キ	①	ク	⑤	ケ	⑥	コ	①

【解説】

(1)　コイルのリアクタンス$_{ア}$は，$\omega L$$_{イ}$

コイルの電流の位相は，電圧に比べて$\dfrac{\pi}{2}$遅れる$_{ウ}$ので

$$i_{\mathrm{L}} = \frac{V}{\omega L}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= -\frac{V}{\omega L}\cos\omega t \quad _{エ}$$

コンデンサーのリアクタンスは$\dfrac{1}{\omega C}$$_{オ}$

コンデンサーの電流の位相は電圧に比べ$\dfrac{\pi}{2}$すすむ$_{カ}$ので，

$$i_{\mathrm{C}} = \omega CV\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= \omega CV\cos\omega t \quad _{キ}$$

よって，

$$i = i_{\mathrm{L}} + i_{\mathrm{C}} = \left(-\frac{V}{\omega L}\cos\omega t\right) + \omega CV\cos\omega t$$

$$= V\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)\cos\omega t \quad _{ク}$$

(2)　$\omega_{\mathrm{r}}C - \dfrac{1}{\omega_{\mathrm{r}}L} = 0$　　$\omega_{\mathrm{r}} > 0$より　$\omega_{\mathrm{r}} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$$_{ケ}$のとき$i = 0$となる。$i_{\mathrm{C}}$は

$$i_{\mathrm{C}} = \omega_{\mathrm{r}}CV\cos\omega_{\mathrm{r}}t$$

$$= V\sqrt{\frac{C}{L}}\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right) \quad _{コ}$$

となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。